|  |
| --- |
| **Рекомендация МСЭ-R M.1452-2**  **(05/2012)** |
| **Автомобильные радары для предотвращения столкновений и системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных  транспортных систем** |
| **Серия M**  **Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы** |

**Предисловие**

Роль Сектора радиосвязи заключается в обеспечении рационального, справедливого, эффективного и экономичного использования радиочастотного спектра всеми службами радиосвязи, включая спутниковые службы, и проведении в неограниченном частотном диапазоне исследований, на основании которых принимаются Рекомендации.

Всемирные и региональные конференции радиосвязи и ассамблеи радиосвязи при поддержке исследовательских комиссий выполняют регламентарную и политическую функции Сектора радиосвязи.

**Политика в области прав интеллектуальной собственности (ПИС)**

Политика МСЭ-R в области ПИС излагается в общей патентной политике МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК, упоминаемой в Приложении 1 к Резолюции МСЭ-R 1. Формы, которые владельцам патентов следует использовать для представления патентных заявлений и деклараций о лицензировании, представлены по адресу: <http://www.itu.int/ITU-R/go/patents/en>, где также содержатся Руководящие принципы по выполнению общей патентной политики МСЭ-Т/МСЭ-R/ИСО/МЭК и база данных патентной информации МСЭ-R.

|  |  |
| --- | --- |
| **Серии Рекомендаций МСЭ-R**  (Представлены также в онлайновой форме по адресу: <http://www.itu.int/publ/R-REC/en>.) | |
| **Серия** | **Название** |
| **BO** | Спутниковое радиовещание |
| **BR** | Запись для производства, архивирования и воспроизведения; пленки для телевидения |
| **BS** | Радиовещательная служба (звуковая) |
| **BT** | Радиовещательная служба (телевизионная) |
| **F** | Фиксированная служба |
| **M** | **Подвижная спутниковая служба, спутниковая служба радиоопределения, любительская спутниковая служба и относящиеся к ним спутниковые службы** |
| **P** | Распространение радиоволн |
| **RA** | Радиоастрономия |
| **RS** | Системы дистанционного зондирования |
| **S** | Фиксированная спутниковая служба |
| **SA** | Космические применения и метеорология |
| **SF** | Совместное использование частот и координация между системами фиксированной спутниковой службы и фиксированной службы |
| **SM** | Управление использованием спектра |
| **SNG** | Спутниковый сбор новостей |
| **TF** | Передача сигналов времени и эталонных частот |
| **V** | Словарь и связанные с ним вопросы |

|  |
| --- |
| ***Примечание****. – Настоящая Рекомендация МСЭ-R утверждена на английском языке в соответствии с процедурой, изложенной в Резолюции МСЭ-R 1.* |

*Электронная публикация*Женева, 2012 г.

© ITU 2012

Все права сохранены. Ни одна из частей данной публикации не может быть воспроизведена с помощью каких бы то ни было средств без предварительного письменного разрешения МСЭ.

РЕКОМЕНДАЦИЯ МСЭ-R M.1452-2

Автомобильные радары для предотвращения столкновений и   
системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн   
для применений интеллектуальных транспортных систем

(Вопрос МСЭ-R 205/5)

(2000-2009-2012)

Сфера применения

В настоящей Рекомендации изложены требования к системам, технические и эксплуатационные характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений интеллектуальных транспортных систем, которые должны использоваться в качестве проектных параметров системы. В Рекомендации рассматриваются автомобильные радары для предотвращения столкновений, работающие в полосах 76−77 ГГц и 77−81 ГГц, а также комплексные системы радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС в полосе 57−66 ГГц для обеспечения радиосвязи между автотранспортными средствами и радиосвязи между автотранспортным средством и придорожной инфраструктурой.

Ассамблея радиосвязи МСЭ,

учитывая,

a) что интеллектуальные транспортные системы (ИТС) будут существенно содействовать повышению безопасности на транспорте и общественной безопасности;

b) что международные стандарты способствовали бы применениям ИТС во всем мире и обеспечили бы экономию за счет масштаба при предоставлении населению оборудования и услуг ИТС;

c) что согласование применений ИТС зависит от общего распределения спектра радиочастот;

d)что для систем радиосвязи ИТС потребуются системы передачи с высокой пропускной способностью в целях обеспечения работы мультимедийных применений и применений с высоким разрешением;

e) что для систем радиосвязи ИТС потребуются также системы передачи с низкой пропускной способностью для обеспечения безопасного функционирования автотранспортных средств, например автомобильные радары для предотвращения столкновений;

f) что комплексная система, обеспечивающая функции радара и радиосвязи, является полезной для безопасного управления автомобилем и комфорта водителя;

g) что высокоскоростные системы связи ИТС миллиметрового диапазона, в которых используется технология передачи радиосигналов по волокну, были тщательно изучены на исследовательских форумах и в отраслях;

h) что частотный диапазон миллиметровых волн имеет существенные преимущества и обеспечивает значительную ширину полосы для таких комплексных систем ИТС, включающих функции радара и связи;

j) что частотный диапазон миллиметровых волн используется также другими радиосистемами, действующими в соответствии с Регламентом радиосвязи;

k) что сильное поглощение в части частотных диапазонов миллиметровых волн, обусловленное наличием кислорода и водяного пара в атмосфере, может снизить помехи между различными радиослужбами, работающими в этих диапазонах;

l) что необходимо определить технические и эксплуатационные характеристики комплексных систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС с целью содействия развертыванию таких систем в глобальном масштабе,

отмечая,

a) что Технический комитет TC204 Международной организации по стандартизации (ИСО) опубликовал стандарты, не относящиеся к радиотехническим аспектам ИТС, с учетом работы признанных внешних организаций;

b) что Комитет ERM (Вопросы электромагнитной совместимости и радиочастотного спектра) Европейского института стандартизации электросвязи (ЕТСИ) опубликовал стандарты, касающиеся радиотехнических аспектов ИТС, которые могут дополнительно содействовать усилиям МСЭ‑R;

c) что в Институте инженеров по электротехнике и радиоэлектронике (IEEE) рассматриваются стандарты, касающиеся связи в диапазоне миллиметровых волн, для сетей беспроводной персональной связи в полосе частот 57−66 ГГц;

d) что в Справочнике по сухопутной подвижной службе (Том 4 по ИТС) содержится информация о связи в диапазоне миллиметровых волн, включая характеристики распространения при связи между автотранспортными средствами и при связи между автотранспортными средствами и наличии радара,

признавая,

а) что во всем мире полоса 77,5−78 ГГц распределена на первичной основе любительской и любительской спутниковой службам;

b) что во всем мире полосы 76−77,5 ГГц и 78−81 ГГц распределены на первичной основе радиолокационной и радиоастрономической службам,

рекомендует,

**1** чтобы представленные в Приложении 1 эксплуатационные и технические характеристики автомобильных радаров, работающих в полосе 76−77 ГГц, использовались в качестве руководящего указания по проектным параметрам системы;

**2** чтобы представленные в Приложении 2 эксплуатационные и технические характеристики оборудования автомобильных радаров, работающих в полосе 77−81 ГГц, согласно Приложению 2, использовались в качестве руководящего указания по проектным параметрам системы;

**3** чтобы представленные в Приложении 3 эксплуатационные и технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС, используемых для передачи данных между автотранспортными средствами и между автотранспортным средством и придорожной инфраструктурой, применялись в качестве руководящего указания по проектным параметрам системы.

Приложение 1  
  
Автомобильные радары для предотвращения столкновений,   
работающие в полосе 76–77 ГГц

# 1 Общие положения

## 1.1 Введение

В диапазоне миллиметровых волн рассматривается несколько полос для автомобильных радаров: полоса 76−77 ГГц уже была предназначена для этих целей Федеральной комиссией связи (ФКС) в Соединенных Штатах Америки и Министерством внутренних дел и связи (MIC) Японии. В Соединенных Штатах функционирование автомобильных радаров, работающих в полосе 76−77 ГГц, регулируется в соответствии с п. 15.253 тома 47 правил ФКС, и как относящиеся к части 15 эти устройства не могут создавать вредных помех и должны принимать помехи, которые могут быть вызваны работой санкционированной радиосистемы, другим источником преднамеренного или непреднамеренного излучения, промышленным, научным и медицинским (ПНМ) оборудованием или случайным источником. Кроме того, в соответствии с европейскими требованиями к спектру для дорожного транспорта и телематики дорожного движения (RTTT) в ЕТСИ были приняты европейские стандарты для автомобильных радаров, работающих в полосе 76−77 ГГц (ETSI EN 301 091), а Европейский комитет по электронным средствам связи (ЕСС) принял решение (ECC/DEC/(02)01) о полосах частот, предназначаемых для координированного введения RTTT, включая полосу 76−77 ГГц. В Японии полоса 76−77 ГГц предназначена для применения данного вида (ARIB STD‑T48).

В октябре 2010 года Российская Федерация определила полосу 76−77 ГГц для автомобильных радаров.

В результате этого в рамках Азиатско-Тихоокеанской программы по стандартизации (ASTAP) было рассмотрено предложение по проекту стандарта автомобильных радаров для предотвращения столкновений, работающих в полосе 76−77 ГГц.

## 1.2 Сфера применения

Современные автомобильные радиолокационные системы диапазона миллиметровых волн подразделяются на две категории в соответствии с диапазонами и шириной полосы измерения:

– Категория 1: радар для адаптивного автоматического поддержания скорости (ACC) и предотвращения столкновений (СА), работающий в полосе 76−77 ГГц, с дальностью измерения до 300 м.

– Категория 2: радар "малого радиуса действия" для таких применений, как обнаружение объектов вне зоны видимости водителя (BSD), помощь при смене ряда движения (LCA) и предупреждение об объектах, движущихся в поперечном направлении сзади (RTCA), с дальностью измерения до 100 м, работающий в полосе 77−81 ГГц, (категорию 2 см. в Приложении 2).

Обоснование разделения этих применений на две разных полосы частот приведено в Отчете 56 ECC с указанием, что исследования совместного использования частот показали невозможность совместного использования частот применениями категории 1 и категории 2, если они работают в общей полосе частот.

Поскольку автотранспортные средства продаются по всему миру, автомобильная промышленность весьма заинтересована в согласовании этих полос частот и соответствующих параметров в масштабах всего мира.

На рисунке 1 представлен пример автомобильного радара.

РИСУНОК 1

Пример систем автомобильных радаров



В зависимости от количества датчиков радаров и их расположения можно обнаруживать объекты в секторах или даже повсюду вокруг автомобиля. Сигналы датчиков являются основой не только для систем помощи водителю (например, системы адаптивного автоматического поддержания скорости), но также для широкого спектра автомобильных применений активного и пассивного обеспечения безопасности.

Системы мониторинга пространства вблизи автотранспортных средств будут играть важную роль в обеспечении безопасности вождения. Нечувствительный к плохой погоде и грязи автомобильный радар пригоден для управления автомобилями в сложных условиях.

На рисунке 2 представлена конфигурация автомобильного радара.

рисунок 2

Конфигурация автомобильного радара



В состав входят следующие подсистемы:

– *Антенна/РЧ блок*

Эта часть состоит из передающей антенны, приемной антенны, приемного оборудования и передающего оборудования. В этой части выполняется модуляция сигнала, перенос на высокие частоты, передача и прием радиоволн. Данный блок может быть оснащен несколькими антеннами и осуществлять сканирование лучом.

– *Блок обработки сигнала*

Этот блок оценивает расстояние и скорость на основе подсчета сигналов, переданных радиочастотным блоком. Иногда здесь выполняется оценка среднего расстояния и скорости, а также ослабление воздействия помех. Когда антенна выполняет лучевое сканирование, данный блок рассчитывает направление на обнаруженные объекты.

– *Блок распознавания*

Этот блок может выбирать и систематизировать наиболее желаемые или необходимые данные в зависимости от потребностей каждой системы. Например, блок распознает наиболее существенные препятствия и может оценить, следует ли автомобиль, идущий впереди, по той же полосе. Иногда этот блок усредняет собранные значения, отфильтровывает помехи и повышает точность измерений и достоверность данных путем отслеживания объектов и объединения данных с данными, полученными от других датчиков.

# 2 Требования к системе

## 2.1 Методы радиолокации и модуляции

Рекомендуются следующие методы радиолокации (с методами модуляции):

– метод радиолокации с внутриимпульсной ЛЧМ (быстрый FM-CW);

– импульсный метод (импульсная модуляция);

– скачкообразная перестройка частоты импульсных сигналов;

– двухчастотный метод непрерывного излучения (отсутствие модуляции или частотная модуляция);

– метод расширения спектра (расширение спектра с применением прямой последовательности).

## 2.2 Эксплуатационные и технические характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76–77 ГГц

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76–77 ГГц приведены в таблице 1.

ТАБЛИЦА 1

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 76−77 ГГц

|  |  |
| --- | --- |
| Характеристика (параметр) | Значение |
| Эксплуатационные характеристики | |
| Применение | Адаптивное автоматическое  поддержание скорости (ACC)  ACC с функцией движения  в режиме частых остановок (stop&go)  Предотвращение столкновения (CA) |
| Типовая установка | Один датчик (за решеткой радиатора) |
| Технические характеристики | |
| Типовой диапазон | 0−300 м |
| Диапазон частоты | 76,00−77,00 ГГц |
| Указанная ширина полосы (типовая) | до 1 ГГц |
| Пиковая мощность (э.и.и.м.) | до +55 дБм |
| Средняя мощность (э.и.и.м.) | 23,5−50 дБм |

Приложение 2  
  
Автомобильные радары для предотвращения столкновений,   
работающие в полосе 77−81 ГГц

# 1 Общее

## 1.1 Введение

Существующая технология автомобильных радаров, работающих на частоте ниже 30 ГГц, обусловливает либо ограниченный диапазон (оборудование СШП, 24 ГГц), либо ограниченное разрешение (радары ПНМ, 24 ГГц). Вследствие этого, СЕПТ пришла к заключению, что полосу 77−81 ГГц следует рассматривать как единственную глобально согласованную полосу частот для автомобильных радаров. Полоса 77−81 ГГц в июле 2004 года была определена Европейской конференцией администраций почт и электросвязи (СЕПТ) для автомобильных радаров (ECC/DEC/(04)03). Европейская комиссия приняла решение 2004/545/EC о согласовании спектра радиочастот в диапазоне 79 ГГц для использования автомобильных радаров. Для радаров малого радиуса действия (SRR), работающих в полосе 77−81 ГГц, ЕТСИ был принят согласованный стандарт EN 302 264.

В марте 2010 года Министерство внутренних дел и связи (MIC) Японии создало в Совете по информации и связи группу для введения в использование в стране радаров с высоким разрешением в полосе частот 77−81 ГГц.

В октябре 2010 года Российская Федерация определила полосу 77−81 ГГц для автомобильных радаров.

Для обеспечения возможности функционирования будущих применений автомобильных радаров для обнаружения объектов вблизи автомобиля, таких как пешеходы и велосипедисты, одновременно необходимы расширенный диапазон и высокая разрешающая способность. В результате автомобильные применения будут усовершенствованы благодаря введению функций безопасности на основе прогнозирования. Для этих целей предусматривается и уже распределена в Европе полоса частот 77−81 ГГц.

# 2 Требования к системе

## 2.1 Методы радиолокации и модуляции

Рекомендуются следующие метода радиолокации (с методами модуляции):

– метод непрерывного излучения с частотной модуляцией (частотная модуляция);

– метод радиолокации с внутриимпульсной ЛЧМ (быстрый FM-CW);

– метод расширения спектра (расширение спектра с применением прямой последовательности);

– импульсный метод (импульсная модуляция);

– двухчастотный метод непрерывного излучения (отсутствие модуляции или частотная модуляция);

– метод частотного кода.

## 2.2 Эксплуатационные и технические характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 77−81 ГГц

Характеристики типового автомобильного радара приведены в таблице 2.

ТАБЛИЦА 2

Характеристики автомобильного радара, работающего в полосе 77–81 ГГц

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Параметр | Значение | |
|  | Система A | Система B[[1]](#footnote-1) |
| Средняя спектральная плотность мощности (э.и.и.м.) | 9 дБм/МГц | –3 дБм/МГц (ПРИМЕЧАНИЕ 1) |
| Пиковая мощность (э.и.и.м.) | +45 дБм | +55 дБм (ПРИМЕЧАНИЕ 2) |
| Мощность передачи | 10 дБм |  |
| Усиление антенны | 35 дБи |  |
| Указанная ширина полосы | до 4 ГГц | |
| ПРИМЕЧАНИЕ 1. – Максимальная средняя спектральная плотность мощности за пределами автомобиля, создаваемая в результате работы одного радара малого радиуса действия, не должна превышать −9 дБм/МГц э.и.и.м.  ПРИМЕЧАНИЕ 2. – Пиковая мощность определяется в полосе шириной 50 МГц. | | |

Приложение 3  
  
Технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для передачи данных между транспортными средствами и между транспортными средствами и придорожной инфраструктурой

# 1 Общие технические характеристики

– Метод передачи: односторонняя передача, симплекс, полудуплекс, полный дуплекс, многоадресная передача.

– Метод модуляции: необходимый для данного применения.

– Полоса частот: 57,0−66,0 ГГц (план размещения частот радиостволов, который следует использовать в отношении применений ИТС, будет определен отдельно по районам или странам).

– Мощность передатчика (мощность, передаваемая в антенну): 10 мВт или меньше/э.и.и.м.; 40 дБм или меньше.

– Допустимая занимаемая ширина полосы: 2,5 ГГц или меньше.

# 2 Примеры технических характеристик систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС

В таблице 3 приведены характеристики, которые определены для систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн, применяемых для ИТС.

ТАБЛИЦА 3

Технические характеристики систем радиосвязи диапазона миллиметровых волн для применений ИТС

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Пункт | Техническая характеристика | | |
| Система A | Система B | Система C |
| Метод передачи | Односторонняя передача, симплекс, полудуплекс, полный дуплекс, многоадресная передача | | |
| Метод модуляции | Метод модуляции не предоставляется, с тем чтобы соответствовать обновлению будущего использования | | |
| Полоса частот | 63,0−64,0 ГГц | 59,0−66,0 ГГц | 57,0−64,0 ГГц |
| Мощность передатчика  (мощность, передаваемая в антенну) |  | 10 мВт или меньше | 10 мВт или меньше |
| Максимальная э.и.и.м. | 40 дБм |  |  |
| Допустимая занимаемая ширина полосы |  | 2,5 ГГц или меньше |  |
| Усиление антенны | 23 дБи или меньше (ослабление бокового лепестка: 20 дБ) | 47 дБи или меньше | 17 дБи (47 дБи для применения передачи из пункта в пункт) |

\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

1. Параметры системы B взяты из ETSI EN 302 264. [↑](#footnote-ref-1)